



Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.08

СПОСОБ ФОРМАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ И ЗАДАЧ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

¹Балашов О.В., ²Букачев Д.С.

¹СМОЛЕНСКИЙ ФИЛИАЛ АО «РАДИОЗАВОД», Смоленск, Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, 2), e-mail: smradio@mail.ru

²ФГБОУ ВО «СМОЛЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», Смоленск, Россия (214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

При разработке средств автоматизации управления организационно-техническими системами возникает необходимость формализованного представления их целей и задач. Рассматривается подход, позволяющий формализовать цели и задачи сложных многоуровневых систем в виде взаимосвязанных графов целей, задач и результатов их выполнения. Это позволяет автоматизированно сгенерировать план предстоящих действий сложных иерархических систем, который представляет собой совокупность развернутых во времени, взаимоувязанных по отношению к общей цели и сбалансированных по ресурсам и логике применения перечней задач для каждого объекта, синхронизированных горизонтально и вертикально в соответствии со структурой системы.

Ключевые слова: Средства автоматизации управления, организационно-техническая система, цель, задача, формализация, план предстоящих действий.

A WAY TO FORMALIZE THE GOALS AND OBJECTIVES OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEMS

¹Balashov O.V., ²Bukachev D.S.

¹SMOLENSK BRANCH OF JOINT-STOCK COMPANY "RADIO FACTORY", Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, 2), e-mail: smradio@mail.ru

²SMOLENSK STATE UNIVERSITY, Smolensk, Russia (214000, Smolensk, street Przewalski, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

When developing means of automation of management of organisational and technical systems, there is a need for formalised representation of their goals and tasks. We consider an approach that allows formalising the goals and tasks of complex multilevel systems in the form of interconnected graphs of goals, tasks and results of their implementation. This allows to automatically generate a plan of the future actions of complex hierarchical systems, which is a set of task lists for each object, synchronised horizontally and vertically in accordance with the system structure, deployed in time, interconnected in relation to the common goal and balanced in terms of resources and logic of application.

Keywords: Control automation tools, organisational and technical system, goal, task, formalisation, plan of forthcoming actions.

Подавляющее большинство организационно-технических систем (ОТС) состоит из типовых объектов, имеющих множество реализаций и обладающих общими свойствами для

всех своих возможных реализаций [2, 5]. Под объектом понимается элемент ОТС, предназначенный для выполнения определенного перечня работ (имеющий конкретное функциональное предназначение), имеющий собственную структуру и ресурсы, и находящийся в определенных отношениях с другими объектами ОТС (прежде всего – подчинительных, часть-целое).

В качестве реализаций типового объекта рассматриваются реальные или виртуальные объекты, соответствующие рассматриваемому типовому объекту. Например, типовому объекту «экскаватор» может соответствовать 2-3 реальных экскаватора на строительной площадке. Множество объектов ОТС, находящихся в определенных подчинительных отношениях, образуют иерархическую структуру ОТС.

Формализация целей ОТС

В качестве цели функционирования объекта рассматривается требуемый результат, которого объект должен достичь, выполнив какую-либо задачу [1]. Каждому объекту ОТС (и ОТС в целом) соответствует два класса целей. К первому классу относятся цели, определяющие функциональное предназначение объекта и формируемые на этапе проектирования, реорганизации/модификации и непосредственно в процессе функционирования объекта (стратегические цели). Ко второму классу относятся цели, формируемые при планировании предстоящих действий ОТС на этапе ее функционирования (тактические и текущие цели).

Стратегические цели имеют иерархическую структуру [1, 7], вершиной которой является глобальная цель функционирования ОТС, отражающая её функциональное предназначение. На Рисунке 1 рассмотрен пример дерева целей системы.

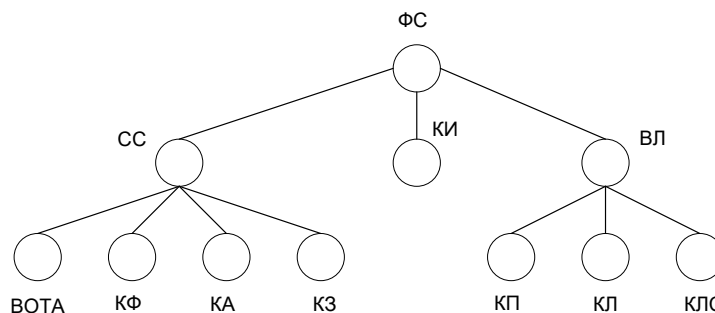


Рисунок 1 – Пример дерева целей системы (фрагмент)

Содержательная формулировка наименований вершин дерева целей приведена в Таблице 1.

Таблица 1 - Расшифровка наименований вершин дерева целей

№ уровня	Код цели	Цель	№ уровня	Код цели	Цель
1	ФС	Обеспечить высокий уровень финансовой стабильности предприятия	2	СС	Обеспечить эффективное использование собственных средств
			2	КИ	Создать благоприятный инвестиционный климат
			2	ВЛ	Обеспечить высокую ликвидность
2	СС	Обеспечить эффективное использование собственных средств	3	ВОТА	Снизить волатильность текущих активов
			3	КФ	Стабилизировать коэффициент финансирования
			3	КА	Увеличить коэффициент автономии
			3	КЗ	Уменьшить коэффициент задолженности
	ВЛ	Обеспечить высокую ликвидность	3	КП	Повысить коэффициент покрытия
			3	КЛ	Повысить коэффициент ликвидности
			3	КЛС	Повысить коэффициент средней ликвидности

В качестве локальных целей рассматриваются требуемые свойства и характеристики ОТС, обеспечивающие достижение глобальной цели. Как правило, свойства и характеристики ОТС, рассматриваются относительно предназначения функциональных подсистем и объектов ОТС.

Тактические (текущие) цели также имеют иерархическую структуру и представляют собой требуемые результаты выполнения задач объектов ОТС, образующих содержание планов предстоящих действий [1, 2]. Глобальная цель ОТС в предстоящих действиях представляет собой совокупность требуемых результатов выполнения задач объектами ОТС на момент окончания этих действий (рисунок 2). Локальные цели ОТС представляют собой требуемые результаты выполнения задач объектов ОТС в предстоящих действиях.

Формализованное представление стратегических целей может иметь следующий вид:

$$\Gamma_{GQ}^I = (Q_i, G_{Q^I}^I, b), \quad (1)$$

где Γ_{GQ} – соответствие между объектом Q_i и структурой $G_{Q^I}^I$ цели этого объекта;
 b – правила установления соответствия между Q_i и $G_{Q^I}^I$.

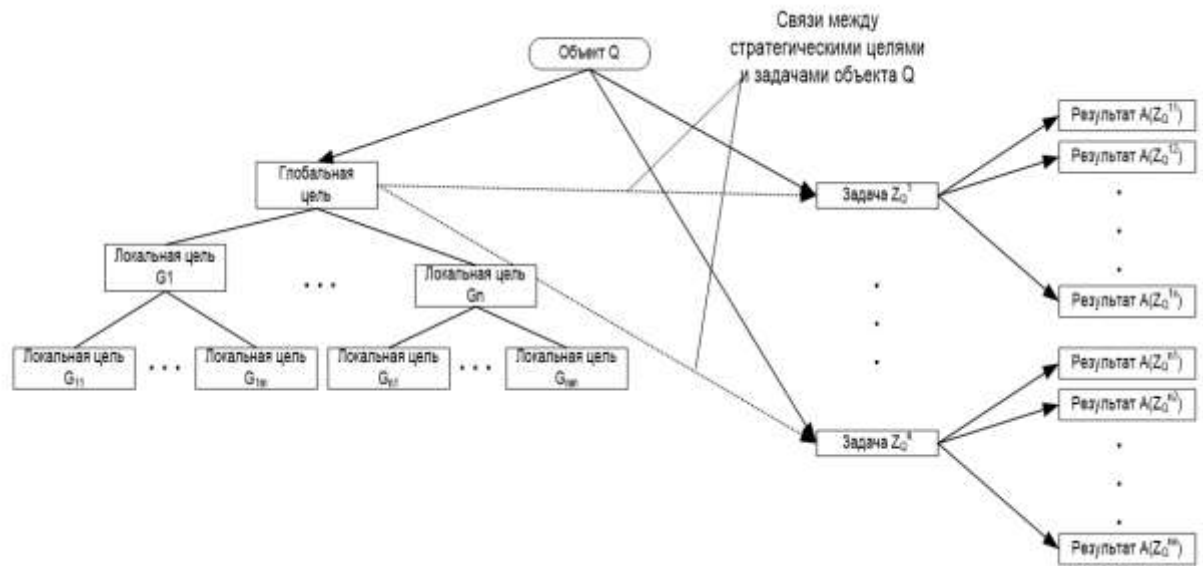


Рисунок 2 – Графическое представление соответствия целей и соответствующих им задач

Цель объекта G^I может иметь иерархическую структуру G_Q^I и быть представлена в виде

$$G_Q^I = G_{Qi} r^x \{G_{Q(i-1)}^1, G_{Q(i-1)}^2, \dots, G_{Q(i-1)}^m\}, \quad (2)$$

где G_{Qi} – глобальная цель объекта Q_i ;

r^x – отношение между глобальной целью и множеством локальных целей первого уровня $\{G_{Q(i-1)}^1, G_{Q(i-1)}^2, \dots, G_{Q(i-1)}^m\}$;

x – тип отношения между целями.

В структуре цели могут быть выделены различные классы целей (приоритетные, доминирующие и ряд других). Выделение подобных целей в структуре глобальной цели объекта производится посредством соответствующих типов отношений.

Стратегической цели каждого объекта соответствует некоторое множество характеристик. К рассматриваемым характеристикам относятся: лингвистическая формулировка цели, оценочные характеристики (вероятность достижения цели объектом, возможности объекта по достижению цели), вспомогательные характеристики (вариант цели, класс цели – глобальная, локальная, текущая, плановая).

Формализованное представление соответствия Γ_{GH} цели первого класса G_i^I множеству характеристик H_{Gi} представляется в виде

$$\Gamma_{QH} = (G_i^I, H_{Gi}, b), \quad (3)$$

где $H_{Gi} = \{(H_{G(i-1)1}, H_{G(i-1)2}, \dots, H_{G(i-1)v})\}$ – множество характеристик цели;

b – правила установления соответствия между G_i^I и H_{Gi} .

Формализованное представление текущих целей основано на формализованном представлении планов, задач и результатов их выполнения [2, 3].

Каждой глобальной и локальной цели объекта Q может быть поставлено в соответствие определенное множество задач этого объекта

$$\Gamma_{GZ} = (G_i^I, Z_{Q_i}, b). \quad (4)$$

Через соответствие (4) может быть установлена связь между стратегическими целями объекта Q и множеством возможных результатов выполнения задач, которые этот объект может выполнять, исходя из своего функционального предназначения.

Каждой цели первого класса ставится в соответствие множество ее параметров, в качестве которых могут рассматриваться:

- множество объектов Q^B , на которые оказывается то или иное воздействие со стороны объекта Q_i в процессе достижения цели;
- множество продукции V^B , которая производится объектом Q_i в процессе достижения цели;
- множество документов D , разрабатываемых объектом в процессе достижения цели (характерно для целей органов управления);
- множество задач, выполнение которых необходимо для достижения цели Z^G ;
- множество параметров отображения S , обеспечивающих «привязку» объекта в процессе достижения цели к участку пространства;
- множество ресурсов P , которые выделяются или необходимы для достижения цели.

Соответствие между целью G_i^I и множеством ее параметров может быть представлено в виде

$$\Gamma_G = (G_i^I, (Q^B, V^B, D, Z^G, S, P), b). \quad (5)$$

Формализация задач ОТС

Каждый объект ОТС, исходя из своего функционального предназначения, способен выполнить конечное множество задач [2, 4]. Под *задачей* понимается основная единица деятельности ОТС, направленная на получение заданного результата и требующая выделения определенных объемов ресурсов (людских, энергетических, финансовых, материальных и др.). В результате выполнения объектом задачи может иметь место преобразование информации или материальных ресурсов, а также изменение состояния рассматриваемого объекта и/или других объектов. Примерами задач объектов являются: освоение новой технологии, изготовление продукции, оказание услуги, оценка рынка, разработка плана и др.

Графическое представление соответствия задач объектов (Q_i) и результатов показано на Рисунке 3.

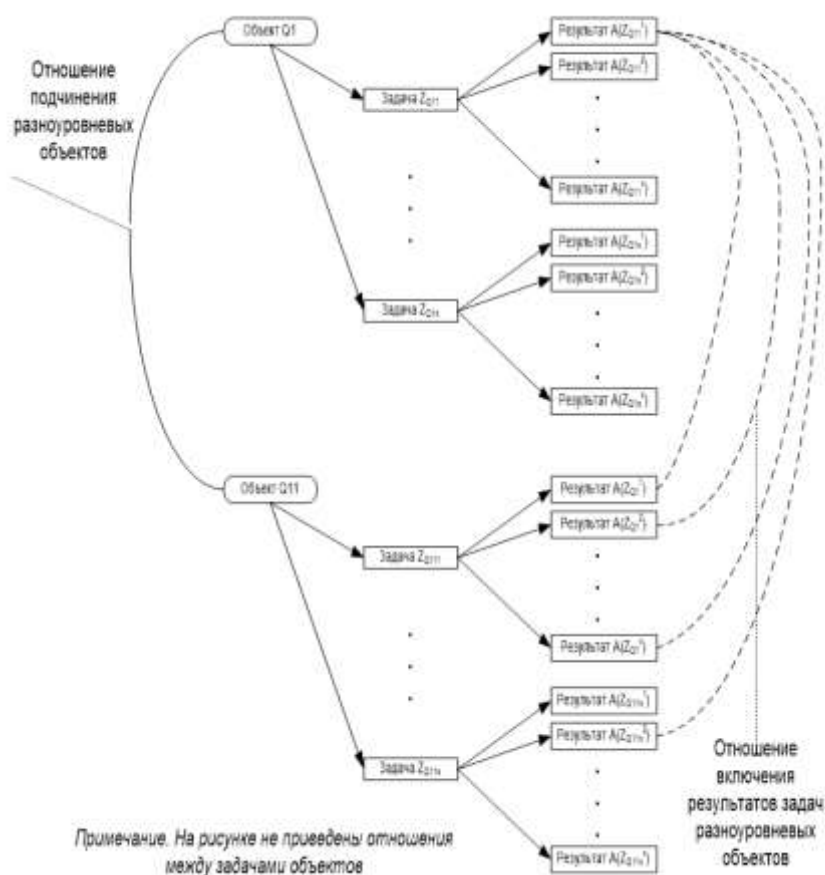


Рисунок 3 – Графическое представление соответствия задач и их результатов

Рассматриваемое соответствие может быть представлено в виде

$$\Gamma_{QZ} = (Q_i, Z_Q, b), \quad (6)$$

где b – правила установления соответствия между Q_i и Z_Q .

Каждой задаче Z_{Q_i} соответствует множество ее параметров. В качестве параметров задачи рассматриваются:

- множество объектов Q^B , на которые оказывается то или иное воздействие со стороны объекта Q_i в процессе выполнения задачи;
- множество продукции V^B , которая производится объектом Q_i в процессе выполнения рассматриваемой задачи, под продукцией также понимается какая-либо услуга или работа;
- множество документов D , разрабатываемых объектом в процессе выполнения задачи (характерно для управленческих задач должностных лиц и органов управления);
- множество результатов A , являющихся множеством возможных фактов (событий) выполнения (невыполнения) рассматриваемой задачи;
- множество параметров отображения S , обеспечивающих «привязку» объекта, выполняющего задачу к участку пространства, на котором проводится выполнение этой задачи ($S = \{S_1, \dots, S_n\}$);

- множество ресурсов P , которые выделяются/необходимы для выполнения задачи ($P = \{P_1, \dots, P_n\}$).

Соответствие между Z_Q и множеством параметров (Q^B, V, D, A, S, P) может быть представлено в виде

$$\Gamma_{QZ} = (Z_Q, (Q^B, V^B, D, A, S, P), b). \quad (7)$$

Среди множества задач Z , соответствующих объекту Q_i , для каждой задачи Z_{Q_i} может быть выделено множество $Z_{Q_i}^{\text{посл}}$ «последующих» задач, то есть задач, выполнение которых возможно объектом Q_i только после выполнения задачи Z_{Q_i} . Выделение рассматриваемого множества для каждой задачи Z_{Q_i} проводится посредством отношения $r^{\text{посл}}$ на множестве задач Z_Q объекта Q_i . Множество последующих задач для задачи Z_{Q_i} объекта Q_i может быть представлено в виде

$$Z_{Q_i}^{\text{посл}} = Z_{Q_i} r^{\text{посл}} \{Z_{Q_i}^n\}, Z_{Q_i} \in Z_Q, \{Z_{Q_i}^n\} \in Z_Q, \quad (8)$$

где n – идентификатор последующих задач.

Каждой задаче Z_{Q_j} объекта Q_j соответствует множество задач $\{Z_{Q_i}\}$, выполняемых множеством объектов $\{Q_i\}$, входящих в состав объекта Q_j . Множество задач $\{Z_{Q_i}\}$ может входить в технологию выполнения задачи Z_{Q_j} .

Для каждой задачи Z_{Q_i} объекта Q_i может существовать множество $Z_{Q_i}^{\text{несовм}}$ несовместных задач других объектов, одновременное выполнение которых невозможно (нежелательно) с выполнением задачи Z_{Q_i} .

Необходимо отметить, что множество несовместных задач определяется логикой выполнения этих задач (предопределенная несовместность). Вместе с тем, множество $Z_{Q_i}^{\text{несовм}}$ может быть расширено за счет задач, являющихся совместными по логике выполнения, но не являющимися таковыми по значениям своих параметров. Например, несовместными *по логике выполнения* для строительства являются такие задачи, как одновременное выполнение закладки фундамента и возведение стен.

Каждой задаче объекта ОТС соответствует некоторое множество характеристик этой задачи. К рассматриваемым характеристикам относятся: лингвистическая формулировка задачи, временные характеристики (время начала и конца выполнения, время фиксации обстановки и т.д.); оценочные характеристики (возможности объекта по выполнению задачи, оценка степени выполнения задачи и т.д.).

Формализованное представление соответствия Γ_{ZH} задаче Z_j множества характеристик H_{Z_i} представляется в виде

$$\Gamma_{ZH} = (Z_j, H_{Z_j}, b), \quad (9)$$

где $H_{Z_i} = \{(H_{Z(i-1)1}, H_{Z(i-1)2}, \dots, H_{Z(i-1)n})\}$ – множество характеристик задачи;

b – правила установления соответствия между Z_j и H_{Z_j} .

Процесс реализации задач, выполняемых объектами ОТС, особенно транспортной отрасли, «привязывается» к пространству. Процесс привязки производится посредством

определения значений пространственных параметров. Под *пространственным параметром* понимается совокупность формализованных координат и элементов действительности, относительно которых осуществляется ориентация объекта в пространстве. В качестве элементов действительности могут рассматриваться топогеодезические и гидрографические объекты.

С целью формализации связей между задачами объектов, располагающихся на разных иерархических уровнях ОТС, введены понятия общих и частных задач объектов ОТС (рисунок 4).

Под *общей задачей* объекта ОТС, состоящего из подобъектов, понимается задача, для выполнения которой должно быть выполнено множество задач подобъектов, исходя из своего функционального предназначения [2].

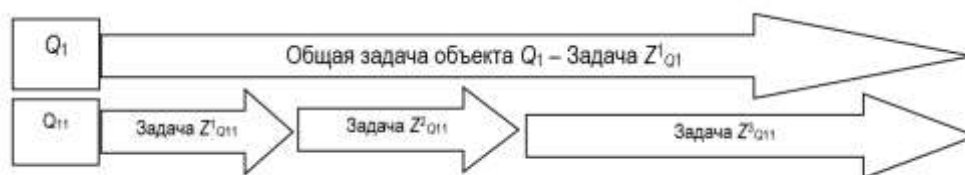


Рисунок 4 – Иллюстрация смысла общих и частных задач

Под *частной задачей* объекта ОТС понимается одна из задач, которые может выполнять один из его подобъектов. Каждой общей задаче объекта можно поставить в соответствие множество его частных задач, образующих технологию выполнения рассматриваемой общей задачи.

Рассмотренный подход к формализации целей и задач ОТС позволяет автоматизированно сгенерировать план предстоящих действий [2, 6] для сложных иерархических ОТС, который представляет собой совокупность развернутых во времени, взаимоувязанных по отношению к общей цели и сбалансированных по ресурсам и логике применения перечней задач для каждого объекта, синхронизированных горизонтально и вертикально в соответствии со структурой системы.

Список литературы

1. Балашов О.В., Букачев Д.С. Метод автоматизированного оперативного управления социально-экономическими системами//Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2018. – Т.1, № 2(8). – С. 2-10.
2. Балашов О.В., Букачев Д.С. Подход к разработке технологии автоматизированного планирования и оперативного управления организационно-техническими системами//Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2020. – Т. 5, № 4(18). – С. 21-32.
3. Балашов О.В., Букачев Д.С. Искусственный интеллект в автоматизации процессов планирования и оперативного управления//Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2022. – Т. 7, № 1(23). – С. 25–30.

4. Балашов О.В., Букачев Д.С. Об одном способе формализованного представления ситуаций и задач//Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2023. – Т. 8, № 9(35). – С. 30–36.
5. Булатов, М. А. Проблемы оптимизации и выбора вариантов создания и применения сложных организационно-технических комплексов / М.А.Булатов, Б.В.Соколов// Информатизация и связь. – 2023. – № 1. – С. 64-74. – DOI 10.34219/2078-8320-2023-14-1-64-74.
6. Мистров, Л. Е. Методологические основы формализации процесса разработки плана применения организационно-технических систем /Л.Е.Мистров//Информационные системы и технологии. – 2022. – № 5(133). – С. 73-82.
7. Попов, А. В. Реализация метода структурно-параметрической оптимизации графовых моделей организационно-технических систем /А.В.Попов//Вестник Югорского государственного университета. – 2023. – № 3. – С. 35-45. – DOI 10.18822/byusu20230335-45.

References

1. Balashov O.V., Bukachev D.S. Metod avtomatizirovannogo operativnogo upravleniya social'no-ekonomicheskimi sistemami // Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tekhnologij i energoeffektivnosti. – 2018. – Т.1, № 2(8). – pp. 2-10.
 2. Balashov O.V., Bukachev D.S. Podhod k razrabotke tekhnologii avtomatizirovannogo planirovaniya i operativnogo upravleniya organizacionno-tekhnicheskimi sistemami // Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tekhnologij i energoeffektivnosti. – 2020. – Т. 5, № 4(18). – pp. 21-32.
 3. Balashov O.V., Bukachev D.S. Iskusstvennyj intellekt v avtomatizacii processov planirovaniya i operativnogo upravleniya // Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tekhnologij i energoeffektivnosti. – 2022. – Т. 7, № 1(23). – pp. 25–30.
 4. Balashov O.V., Bukachev D.S. Ob odnom sposobe formalizovannogo predstavleniya situacij i zadach // Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tekhnologij i energoeffektivnosti. – 2023. – Т. 8, № 9(35). – pp. 30–36.
 5. Bulatov, M. A. Problemy optimizacii i vybora variantov sozdaniya i primeneniya slozhnyh organizacionno-tekhnicheskix kompleksov / M. A. Bulatov, B. V. Sokolov // Informatizaciya i svyaz'. – 2023. – № 1. – S. 64-74. – DOI 10.34219/2078-8320-2023-14-1-64-74.
 6. Mistrov, L. E. Metodologicheskie osnovy formalizacii processa razrabotki plana primeneniya organizacionno-tekhnicheskix sistem / L. E. Mistrov // Informacionnye sistemy i tekhnologii. – 2022. – № 5(133). – pp. 73-82.
 7. Popov, A. V. Realizaciya metoda strukturno-parametricheskoj optimizacii grafovyyh modelej organizacionno-tekhnicheskix sistem / A. V. Popov // Vestnik YUgorskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2023. – № 3. – pp. 35-45. – DOI 10.18822/byusu20230335-45.
-